

마이크로프로세서의 計測器에의 應用

金 惠 鎮

高麗大 電子工學科 工博

1. 마이크로프로세서의 概要

마이크로프로세서는 MOS LSI의 集積技術의 發達로 誕生한 새로운 形態의 컴퓨터技術로서 \$100 內外的 低廉한 價格으로 디지털컴퓨터의 CPU部分을 活用할 수 있을 뿐만 아니라 RAM (random access memory) 또는 ROM(read-only memory) 등의 半導體 記憶裝置를 使用하여 마이크로컴퓨터를 비롯한 各種 資料處理裝置로서 利用되고 있다.

마이크로컴퓨터는 'microprogrammable Computer'의 略語로서 오래前에 開發된 minicomputer보다 결코 작다는 뜻은 아니다. 價格은 대체로 minicomputer의 約 1/100程度 밖에 되지 않지만 處理速度나 記憶容量等 性能面에서는 minicomputer와 거의 비슷한 것도 生産되고 있다. word length에 있어서도 4 bits에서부터 16 bits에 이르는 것도 있으며 命令數도 32~90개 程度는 普通이고, cycle time도 數 μ sec 程度의 MOS LSI로부터 數 100nsec. 程度의 빠른 bipolar LSI까지도 開發된 바 있다. 記憶容量은 4K bytes로부터 65K bytes까지 增設할 수 있고 마이크로컴퓨터로 쓸 때에는 floppy disk memory 등의 補助

記憶 裝置를 附設할 수도 있다.

마이크로프로세서는 小型, 堅固, 低消費電力 價格低廉, 高性能의 特徵을 가지고 있으므로 今後 各方面에 널리 利用되어 컴퓨터活用の 새 時代를 열어주는 契機를 마련해주게 될 것이 確實視된다. 여기에서는 마이크로프로세서의 應用 가운데 計測分野에의 應用狀況을 살펴 보기로 한다.

2. 마이크로프로세서 應用計測 現況

Hewlett-Packard社의 技術支配人인 W. G. Smith氏의 말을 빌리면 이제는 마이크로프로세서를 包含하지 않는 새로운 計測器의 設計라는 것은 생각조차 할 수 없게 되었다고 할 만큼 最新計測器의 開發에 있어서는 마이크로프로세서의 應用이 不可缺한 要素가 되어가고 있다. 그의 計測器開發팀은 計測器에 小型의 컴퓨터를 應用한 最初의 그룹중의 하나로 알려져 있다. 이 分野에 關係하고 있는 美國의 產業界에서는 1975~1976年 사이에 莫大한 量의 마이크로프로세서應用 計測器들이 쏟아져 나오리라고 보고 있다. 그 根據는 첫째로 지금까지 미니컴퓨터로서는 너무 高價이 었기 때문에 應用이 不適合했

던點과 들체로는 칩크기의 마이크로프로세서를計測器內的 回路基板內에 아무데나 簡便하게 附着시킬 수 있게 되었기 때문이다.

이제 부터는 마이크로프로세서가 裝置된 많은計測器들이 開發됨에 따라 計測器設計者나 使用者가 다 같이 software에 關한 經驗을 必要로 하게 되었다. 즉, 같은計測器라 할지라도 software의 活用狀態에 따라 그의 活用도가 크게 달라질 수 있기 때문이다.

이와 같은 種類의 計測器들은 마이크로프로세서 內에서의 諸般 動作이 digital化 되어 있으므로 計測部分의 回路나 變換器들도 역시 計數型 動作(digital operation)을 하는 것으로 점차적으로 代置되어가게 되었다. 이미 開發된 digital 센서(sensor)나 變換器가 몇가지 있기는 하지만 이 部分의 發展이 가장 어려운 것으로 생각된다.

마이크로프로세서가 裝置된 計測器를 開發함에 있어서 큰 難點中의 하나는 대개의 設計者들이 現在까지는 hardware 專門家이거나, Software 專門家이거나, 또는 計測專門家들로 區分되어 있다는 點인데 앞으로는 한 設計者가 위의 세가지 專門家의 몫을 모두 할 수 있도록 되어야만 보다 能率的인 發展을 가져올 수 있을 것이다.

(1) 計測器의 補正(Compensation) 또는 校正(Calibration)에의 應用

計測器에 있어서 마이크로프로세서가 할 수 있는 일은 大端히 많지만 먼저 생각 할 수 있는 것은 計測器의 迅速하고 正確한 自動校正이다. 마이크로프로세서를 利用하면 在來式方法으로 補正 또는 校正하는 것이 아니고 狀態가 變함에 따라 變動하는 파라메터들을 監視하면서 프로세서에 依하여 計算된 값으로 出力指示值를 修正하는 것이 普通이다.

예를 들면, 現在 開發中에 있는 數種의 마이크로프로세서 利用計測器(microprocessorbased instruments)들은 트랜지스터增幅器의 出力이 溫度依存性을 가지고 있을때 回路의 溫度特性을 補正하기 위하여 서어미스터들을 사용하는 것이 아니고, 프로세서는 周圍溫度를 測定하여 補正係數를 算出하고 이 補正值를 出力시키도록 하고 있다.

Bell 電話研究所에서 開發한 케이블길이測定器(cable-length test set)에서도 이와 類似한 方法을 採擇하고 있는데, 여기에서는 마이크로프로세서가 試驗用 發振器의 周波數를 監視하고 이를 校正用 周波數와 比較한다. 이 때에 나타나는 偏差를 根據로하여 試驗器의 指示出力을 補正하기 爲한 값을 計算하여 指示하도록 되어 있다.

또 다른 예를 들면, Hewlett-Packard社에서 發表한 HP-3805型 電子式距離測定器(electronic distance meter)를 들 수 있다. 過去에는 이런 種類의 計測器에 있어서는 大氣屈折率의 影響을 補正하기 爲하여 計測器의 發振周波數를 變化시켰었다. 그러나 上述한 HP-3805 距離計는 一定

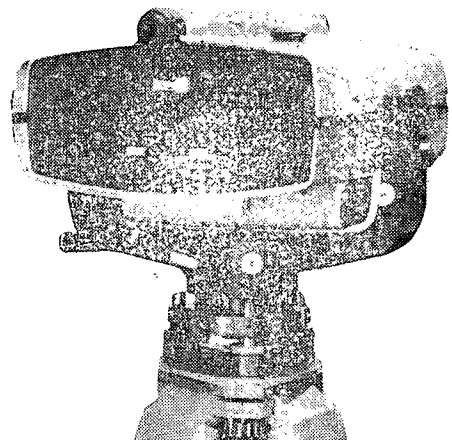


사진 1. 마이크로프로세서가 裝置된 HP3805 電子式 距離測定器

한 周波數의 發振器를 사용하는 대신 마이크로 프로세서를 사용하므로써 計測器패널을 통해 들어오는 現在의 氣象條件을 觀測하여 距離測定值을 自動적으로 修正한 뒤에 指示하도록 만들었다.

strain transducer를 사용하는 電子式 重量測定器(electronic scale)에 있어서는 零點調整의 自動化가 特히 問題가 된다. 이러한 電子式 저울의 零點의 位置는 周圍溫度, 電源電壓, 먼지나 濕氣의 蓄積等에 의하여 모두 影響을 받으므로 被測定物이 없을 때 指示가 零點을 가르키도록 하기 위하여 마이크로프로세서를 利用한 것을 Reliance Electric社에서 開發하였다. 이 裝置에서는 物體를 올려 놓지 않았을 때의 指示點을 마이크로프로세서가 繼續적으로 監視하며 이 偏移가 許容值를 超過하면 마이크로프로세서 프로그램에 의하여 自動적으로 較正시킨다. 그러므로 어떤 物體의 重量을 連續적으로 測定할 때에도 일일이 손으로 零點調整을 하지 않아도 되기 때문에 매우 便利하게 사용할 수 있다.

既存의 複雜한 計測器라고 할지라도 새로 마이크로프로세서를 附着하여 여러가지 補正이나 較正을 할 수 있으며, 이렇게 하므로써 그 計測器의 精密度나 사용가능한 溫度範圍를 보다 더 擴大시킬 수 있게 된다.

在來式 아나로그型 溫度補償方式에 있어서는 넓은 溫度範圍에서 均一한 補償特性을 갖는 素子를 얻기 어렵고, 實際로 各 回路마다 溫度特性이 多樣하게 나타나므로 이 모든 境遇에 다 適合한 補償素子란 存在하지 않기 때문에, 마이크로프로세서를 사용하면 어떠한 狀態의 溫度特性일지라도 이를 記憶裝置에 記憶시켜 두고 各 境遇에 適合한 補償을 할 수 있으므로 더 좋다고 할 수 있다.

最近에 各 分野에서 사용되는 여러가지 大型精密測定器들은 一般的으로 較正하기가 相當히 어렵고 또 時間도 많이 걸리는 것이 普通이다. 예를 들면 核磁氣共鳴(nuclear magnetic resonance)을 測定하는 測定器의 較正에는 普通 3時間程度나 걸린다. 이 測定器의 較正을 自動化하기 위하여 먼저 미니컴퓨터의 利用 可能性이 檢討되었으나 너무 高價이므로 實現되지 않고 있다. 最近에 마이크로프로세서의 出現으로 드디어 自動化가 實現되었다.

이 境遇에 있어서 測定者는 指示가 어떤 값에 收斂하도록 繼續하여 一連의 操作을 反復하는 것인데 一般的으로 그 調整過程이 너무 오래 걸리기 때문에 測定者는 지금 收斂하고 있는지 아닌지를 判斷하기가 困難하다. 그러나 마이크로프로세서를 사용하므로써 프로그램에 의하여 計算된 結果를 보고 測定者는 現在 올바르게 調整하고 있는 것인지 아닌지를 곧 알 수 있게 되므로 언제나 最適의 條件을 維持하면서 測定할 수 있다. 그 뿐만 아니라 時間이 오래 所要되는 較正過程을 完全히 自動化 하는 프로그램을 作成할 수 있으므로 이렇게하면 저녁때에 自動較正狀態에 놓고 退勤하였다가 다음 날 아침 出勤하면 즉시 測定할 수 있는 狀態로 되어 있게 할 수도 있다.

一般的으로 計測시스템에 마이크로컴퓨터를 裝置하는 것이 하나의 裝飾처럼 생각되기 쉬우나, 事實은 마이크로컴퓨터에 依하여 計測시스템 單獨으로는 생각할 수 없었던 많은 機能을 附加시켜 주는 것이다. 예를 들면 데이터가 自動적으로 蒐集되는 狀態를 多樣하게 制御하는 경우를 들 수 있다. 하나의 被制御系에 있어서 電壓이 特定레벨에 到達하였을 때나, 計數値가 미리 設定된 값에 到達하였을 경우에 마이크

로프로세서는 測定을 指示하게 할 수 있고 또 測定된 값들을 記憶시키며 같은 狀態가 또 다시 나타날 때까지 기다려 같은 種類의 過程을 되풀이 하게 할 수도 있다. 이와같은 種類의 測定과 處理過程을 從來의 手動시시스템에서는 施行하기가 困難하였었다. 그 뿐만 아니라 從來의 複雜한 測定過程을 hardwired logic으로 實行할 때에는 시스템 運用의 融通性이 적었던 것을 이 方法에 依하여 hardware의 改良없이도 프로그램만 바꾸면 多樣한 測定, 處理, 및 制御機能을 갖게 할 수 있다.

複雜한 計測시스템 일수록 電源을 켜다가 다시 켜올 때에는 普通 많은 節次를 거친 後에야 正常動作狀態에 들어가게 되어 있다. 예를 들면 能動素子나 timing 回路 등은 初期狀態로 復舊시켜 놓아야 하며, 또, 경우에 따라서는 警報系通이나, 指示器, 및 周邊裝置들도 初期 狀態에의 復舊를 必要로 할 때가 있는데 마이크로프로세서를 裝置한 計測시스템에 있어서는 이와같은 必要한 모든 節次를 따라 機能을 點檢하고 制御하는 power-on initialization program에 依해 自動적으로 쉽게 調整시킬 수 있다.

마이크로프로세서에 R.O.M.(read-only memory)을 附設하므로써 計測시스템의 機能을 보다 더 多樣하게 增加시킬 수 있다. 예컨대 計測器에 달린 數 많은 포텐쇼메터나 스위치들을 손으로 調整하는 대신 이러한 制御파라미터가 記憶된 R.O.M.을 挿入하면 된다.

이러한 方法은 勿論 R.O.M에 記憶시킨 制御 파라미터들이 一定한 것에 限定되어 있기 때문에 손으로 操作하는 것만큼 融通性은 없다. 예를 들면 計測器盤에 裝置된 10개의 스위치로써 어떤 시스템의 機能을 制御할 때 손으로 制御할 경우에는 많은 서로 다른 結合을 할 수 있지만

R.O.M.으로 이와 같은 程度의 融通性을 갖게 하려면 대단히 많은 R.O.M.을 必要로 하게 된다. 그러므로 같은 計測시스템 일지라도 使用者에 따라서 다른 機能을 融通性 있게 活用할 수 있도록 하기 위해서는 R.O.M.대신 PROM(programmable ROM)을 使用하는 것이 좋다. PROM을 使用하면 制御파라미터를 언제나 쉽게 交換할 수 있으므로 使用者가 願하는 計測制御機能을 갖게 할 수 있다.

實例로써, Doric Scientific社의 Digitrend 220 데이터 蒐集시스템에 있어서는 "configuration PROM"이라고 하는 것이 있어서 각 計測器 使用者의 注文에 따른 制御機能을 갖게 하고 있다. 使用者는 目的에 適合한 bit-pattern을 PROM에 記憶시켜주므로써 많은 多樣한 機能과 特徵을 갖게 할 수 있는데, 예를 들면 60Hz와 50Hz time base 中에서 하나를 選擇하게 하는 것이라든가, 여러가지 데이터 入力 프로그램을 作成하는 것이라든지, alarm레벨을 맞추는 作用 등을 들 수 있다. 이 밖에도 PROM을 通하여 할 수 있는 것으로써 autoranging, self-testing, symbol indication, decimal control, automatic continuity-break detection, built-in clock 이나 calendar, 測定值의 線型化 등도 있다.

計測器의 測定範圍의 自動選別の 例로써 Digitrend 220 시스템은 10mV 부터 10V 사이에 4개의 測定 range가 있으며 A/D 變換器에 依하여 測定 range를 決定한다. 卽, autoranging mode로 動作시킬 때에는 最初의 測定은 恒常 1V range 에서 이루어지고 A/D 變換器의 出力에 依하여 더 높은 range나 더 낮은 range로 옮겨지게 되어있다.

(2) 判斷機能을 갖는 計測器

마이크로프로세서를 裝置한 計測器의 特徵中에서 重要한 것은 들어오는 데이터의 性質에 따라 論理的인 判斷下에 適切한 處理를 할 수 있는 機能이다. 이러한 機能은 電子저울에서 흔히 볼 수 있는데, 物體를 올려놓고 重量을 測定하는 동안 언제 測定值가 安定狀態의 값에 到達하였는가 프로세서가 判斷한다. 卽, 프로세서는 들어오는 重量 데이터를 分析하여 相當한 變化가 繼續되고 있는가, random한 變化인가를 判斷하여 適切한 時間을 決定하여 測定值들을 여러개 읽고 이 값들을 處理하여 單一值로 計算하여 表示하게 되어 있다. 이때 마이크로프로세서에는 가장 適合한 表示值를 選擇하는 論理的인 判斷基準이 프로그램 되어 있어야 한다.

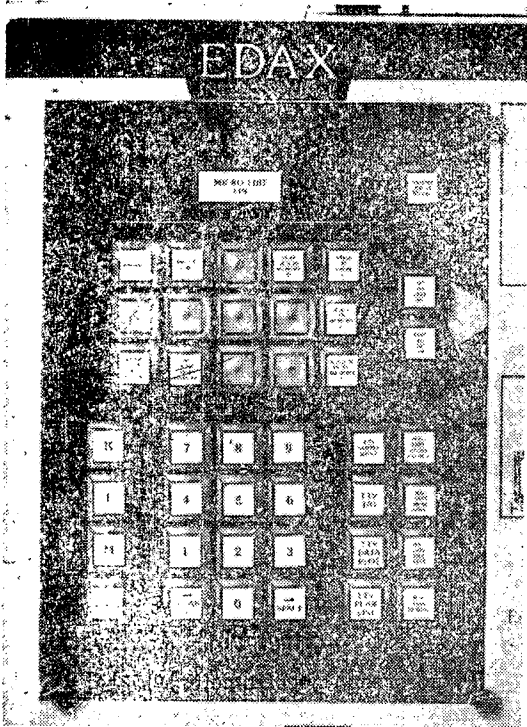
電子式距離測定器에 있어서 때때로 問題되는 것은 電波 beam의 遮斷現狀이다. 卽, 測定器로부터 輻射된 電波 beam은 目的物에 依하여 反射되어 다시 測定器에 到達되고 送出 beam과 受信 beam 사이의 時間差에 依하여 距離를 測定하는 것인데 實際로 野外에서 測定할 때에는 사람이나, 鳥類, 自動車等 移動하는 물체에 依하여 beam이 遮斷되기도 하고 틀린 距離指示를 하는 경우가 종종 發生하고 있다. 이 경우에도 마이크로프로세서를 裝置하여 beam의 遮斷與否를 判斷하고 現在의 測定值를 記憶시켜 두고 beam의 遮斷이 없어졌을 때 正常的인 測定值를 가려내어 指示하도록 할 수 있다. 實際로 마이크로프로세서를 裝置한 Hewlett-Packard社의 距離測定器에는 컴퓨터 프로그램에 依하여 beam 遮斷狀態를 判斷하도록 되어 있다. 이 시스템을 設計한 사람들은 처음에는 hardwired論理回路를 附設하여 위의 機能을 갖게해 보려고 하였으나

價格의 上昇과 電力의 過大한 所要等의 理由때문에 結局 software에 依한 方法으로 決定되었다고 한다.

合板의 等級(A,B,C로 區分)을 判定할 때 從前에는 檢査員이 4×8feet 넓이의 表面을 肉眼으로 觀察하여 枝節(knot)의 總數 및 그의 延面積等을 基準으로 判定하여 스탬프를 찍었었다. 그러나 지금은 마이크로프로세서를 裝置한 自動檢査機가 photodiode의 配列을 包含한 카메라로 合板의 表面을 scanning하여 枝節의 總數와 延面積을 計算하여 等級을 判定하고 스탬프를 自動으로 찍게 되어 있다.

(3) 計算機能을 갖는 計測器

計測器에 따라서는 論理的인 判斷機能뿐만 아니라 gas chromatograph나 X線螢光스펙트로메터(fluorescence spectrometer)와 같이 測定值로부터 必要한 結果를 얻으려면 많은 數學的計算 또는 統計學的計算이 必要한 것들이 있다. 예컨대, Edax International社의 Edax 707B analyzer는 X線 스펙트럼으로부터 背景雜音を 除去하는 마이크로프로세서 프로그램을 가지고 있다. 이 프로그램에는 統計學的으로 95%以上の 確實성이 없는 peak들을 除去해 주는 機能도 包含되어 있다. 그 內部에서는 digital frequency-filtering 方法에 依해서 이와같은 일들을 하게 되어 있다. 製作者의 말에 依하면 이 프로그램은 複雜하고 길어서 한번 實行하는 데에도 120秒나 걸린다고 한다. 寫眞 2는 Edax社製의 마이크로프로세서를 裝置한 X線 螢光스펙트로스코프의 push button式 制御패널을 보인 것이다. 테이프記憶이나 데이터 plotting과 같은 周邊裝置의 制御機能과 data smoothing과 같은 數學的處理도 push button으로 制御할 수 있게 되어 있다.



寫眞 2 마이크로프로세서를 裝置한 X線 螢光 스펙 트로스코프의 制御盤

앞에서 說明한 Hewlett-Packard社의 距離測定器에 있어서도 마이크로프로세서를 利用하여 統計인 計算을 한다. 卽, 한번 距離를 指示하기 위해서 最小限 3,000회의 測定을 反復하고 난 뒤에 平均値를 指示하는데 萬一 variance가 미리 定해진 基準보다 클 때에는 다시 3,000회의 測定을 하고 以前의 測定値와의 平均値를 計算하여 指示한다.

이 밖에도 마이크로프로세서는 計測器의 動作 狀態를 自動的으로 試驗하여 必要하면 補正이나 較正을 하게하므로써 複雜한 測定시스템을 恒常 正常狀態로 維持시켜 주는 등 그의 應用範圍는 그야 말로 限이 없다고 할 것이다.

參考文獻

1. H.Falk: "The Microprocessor: jack-of-all trade" IEEE Spectrum, November, 1974
2. IEEE Trans. on Industrial Electronics and Control Instrumentation, Vol. IECI-22, No. 3, Special Issue on Industrial Applications of Microprocessors.